

Рощинко Т. А., Ковалева Е. Г., Баракова Н.В.

## **ФЕРМЕНТАТИВНЫЙ ГИДРОЛИЗ КЛЕТЧАТКИ ПИВНОЙ ДРОБИНЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

*Аннотация.* В данной статье проведено изучение влияния дозировки фермента на распад пищевых волокон в пивных отходах. Было обнаружено, что увеличение количества фермента уменьшает процентное содержание клетчатки, а также происходит увеличение массовой концентрации глюкозы в надосадочном растворе. Обработанная ферментным препаратом пивная дробина использовалась для приготовления печенья с частичной заменой овсяных хлопьев.

*Ключевые слова:* пивная дробина, ферментативный гидролиз, клетчатка, Целлолюкс™, 3,5–динитросалициловая кислота, фотоколориметрия.

*Abstract.* In this paper, the effect of enzyme doze on the breakdown of brewing waste dietary fibres has been studied. An increase in the amount of an enzyme induced was found to a decrease in the percentage of fiber, as well as an increase in mass concentration of glucose in the supernatant solution.

*Keywords:* brewing grains, enzyme treatment, cellulose, Cellollux™, 3,5-dinitrosalicylic acid, photocolorimetry.

### **Введение**

Актуальная задача пищевой промышленности – разработка новых ресурсосберегающих технологий, позволяющих повышать эффективность производства, увеличивать выход и совершенствовать качество продукции без дополнительных материальных затрат.

Получение высококачественных и недорогих продуктов питания затрудняется из-за дефицита полноценного рыбного, мясного, молочного и другого пищевого сырья, а также его постоянно растущей стоимости. В этой связи перспективным является применение основного отхода пивоваренных производств – пивной дробины. Она содержит 71-76 % белковых веществ, 80-82% жира, безазотистых экстрактивных веществ – на 60-65 %, много витаминов, минералов, аминокислот, а также от 10 до 45 % клетчатки.

*Клетчатка* (пищевые волокна или балластные вещества) относится к питательным веществам, которые, подобно воде и минеральным солям, не обеспечивают организм энергией, но играет огромную роль в его жизнедеятельности. Регулярное потребление клетчатки снижает риск смертности от сердечно-сосудистых заболеваний, а также положительно

влияет на антропометрические данные и биохимические показатели крови у людей с метаболическим синдромом и ожирением [1,2].

Основные направления использования пивной дробины – производство кормов и продуктов питания. В сельском хозяйстве сырая пивная дробина чаще всего служит добавкой к молокогонным и белковым кормам для сельскохозяйственных животных и птицы взамен мясокостной муки.

Для того чтобы использовать этот ценный отходной продукт в питании человека необходимо провести ее биотехнологическую модификацию для получения растворимой клетчатки, которую вместе с остальными ингредиентами пивной дробины можно использовать для получения продуктов питания, обогащенных клетчаткой. Чаще всего проводят гидролиз пивной дробины с применением ферментов целлюлолитического действия.

В последнее время пивную дробину все чаще добавляют в диетические продукты питания, хлебобулочные, макаронные и кондитерские изделия, мясные и молочные системы. В пищевой промышленности редко используют сырую пивную дробину, в основном ее высушивают и перемалывают в муку, применяя различные технологии. Получаемая мука богата белком, целлюлозой, содержит основные микроэлементы (Ca, P, Mn, Zn, Fe, Cu), жирные кислоты, витамины E и F. Пищевая и биологическая ценность муки из пивной дробины позволяет заменять ею 10-15% пшеничной муки при изготовлении хлебобулочных изделий.

*Целью работы* является проведение ферментативного гидролиза клетчатки пивной дробины – отходного продукта варки темного пива стиля овсяный стаут, при различной дозировке комплексного ферментного препарата и анализ полученного продукта на содержание клетчатки и образовавшейся глюкозы для использования полученного продукта в дальнейшем для замещения воды, сахара и овсяных хлопьев в производстве функционального печенья.

### **Образцы и методика эксперимента**

#### **1) Определение содержания клетчатки по Кюршнеру и Ганеку**

Содержание клетчатки в пивной дробине определяли по методу Кюршнера и Ганека. Метод основан на окислении, разрушении и растворении различных химических соединений, входящих в состав анализируемого продукта, смесью уксусной и азотной кислот. При этом клетчатка практически не растворяется, отфильтровывается и взвешивается.

Ход определения:

- высушивание дробины в сушильном шкафу при температуре 60 °С;
- кислотный гидролиз пивной дробины смесью из азотной и уксусной кислот;
- горячее фильтрование выделенной клетчатки;
- промывка осадка горячим 0,2 н. спиртовым раствором NaOH, дистиллированной водой и смесью спирта с диэтиловым эфиром;
- высушивание и охлаждение клетчатки в эксикаторе.

На рисунке 1 представлена клетчатка, выделенная во время кислотного гидролиза пивной дробины. Нами экспериментально установлено, что в 1 г дробины содержится 10 % клетчатки.



Рисунок 1 – Выделенная клетчатка

## 2) Ферментативная обработка пивной дробины

Для проведения эксперимента использовали комплексный ферментный препарат ЦеллоЛюкс фирмы Сиббиофарм. Ферментативный гидролиз клетчатки проводили с гидромодулем 1:8,5 с целью разрушения 1-4-β-гликозидных связей, которые не способны разрушить желудочные ферменты человека, с высвобождением глюкозы.

В предварительно взвешенную сухую пивную дробину добавляли разбавленный в воде ферментный препарат в объеме 50, 100, 200, 300, 500 мкл с активностью 11.25, 22.5, 45, 65.5 и 112.5 единиц на 1 г сырья, соответственно. Далее выдерживали смесь при температуре 50 °С при постоянном перемешивании 200–250 об/мин в течение 2 ч, предварительно подогнав pH до 6, используя лимонную кислоту и ацетат натрия. В фильтрате определяли количество редуцирующих сахаров DNS-методом [3].

### 3) Колориметрическое определение глюкозы методом 3,5-динитросалициловой кислоты (DNS reagent)

Этот метод проверяет наличие свободной карбонильной группы ( $C=O$ ), так называемых восстанавливающих сахаров. Включает окисление альдегидной функциональной группы, присутствующей, например, в глюкозе и кетонной функциональной группе во фруктозе. 3,5-динитросалициловая кислота (DNS) восстанавливается до 3-амино-5-нитросалициловой кислоты.

В таблице 1 приведены данные для построения калибровочной кривой по глюкозе (рис. 2.).

Таблица 1 – Построение градуировочной кривой

1 этап				2 этап
№	Стандарт. р-р глюкозы, мл	H <sub>2</sub> O, мл	DNS, мл	H <sub>2</sub> O, мл
1	0.0	1.0	2.0	7.0
2	0.2	0.8	2.0	7.0
3	0.4	0.6	2.0	7.0
4	0.6	0.4	2.0	7.0
5	0.8	0.2	2.0	7.0
6	1.0	0.0	2.0	7.0

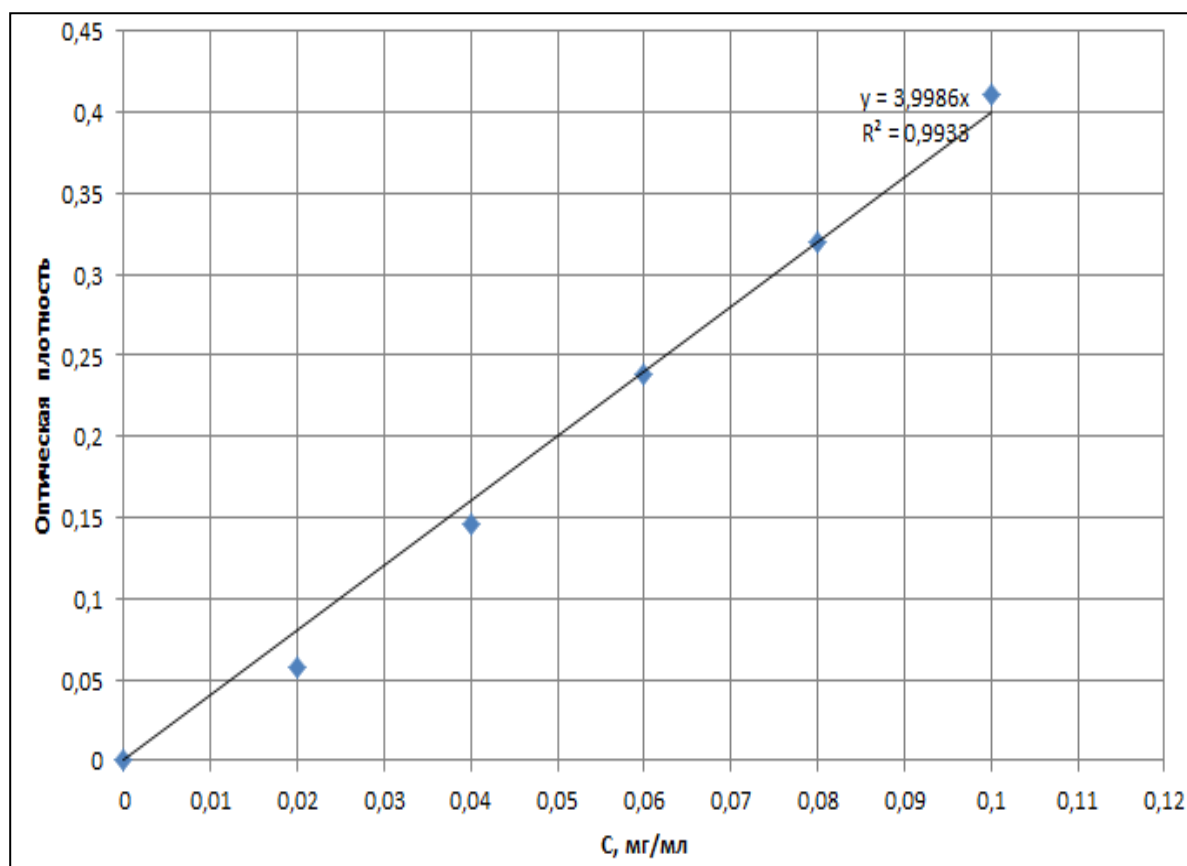


Рисунок 2 – Градуировочный график по глюкозе

## Результаты и обсуждение

Результаты, полученные нами при колориметрическом определении глюкозы в трёх фильтрах, сведены в таблице 2. Зависимость концентрации образовавшейся глюкозы от активности введенного фермента приведена на рисунке 3.

Таблица 2 – Результаты

V фермента, мкл	0	50	100	200
Оптическая плотность	0.084	0.106	0.165	0,224
Концентрация глюкозы, мг/мл	0.23	0.282	0.425	0.569

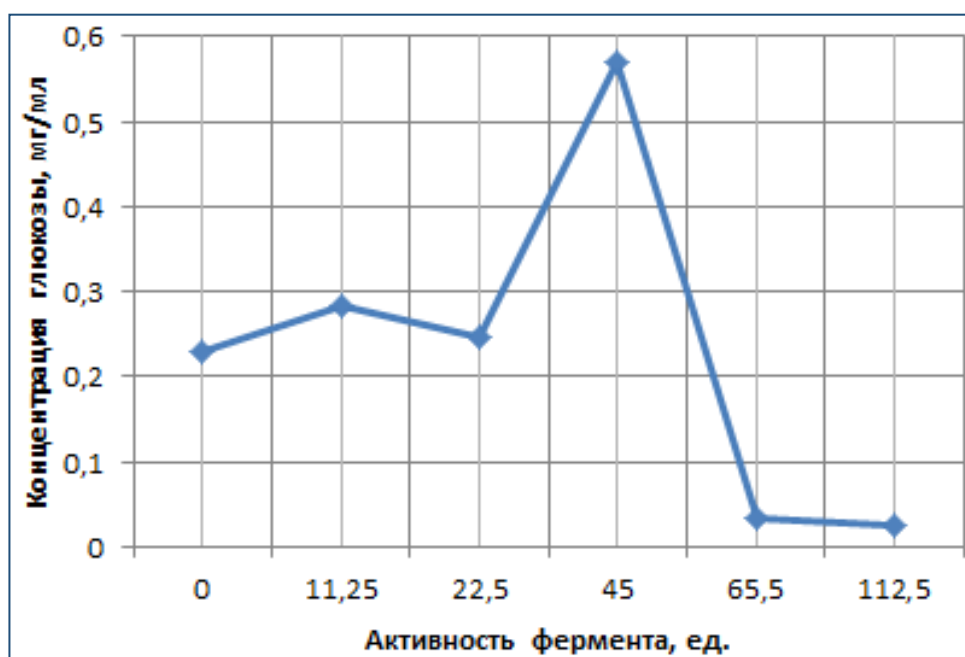


Рисунок 3 – Зависимость концентрации образовавшейся глюкозы от активности введенного фермента

Было приготовлено овсяное печенье с частичной заменой овсяных хлопьев на модифицированную пивную дробину согласно рецептуре (рис. 4.).



Рисунок 4 – Образцы готового печенья

## **Заключение**

В результате проделанной работы был проведен ферментативный гидролиз клетчатки пивной дробины ферментным препаратом ЦеллоЛюкс с активностями 11.25, 22.5, 45, 65.5 и 112.5 единиц на 1 г сырья. Также были установлены оптимальные условия для ферментативного гидролиза клетчатки пивной дробины при введении 45 единиц ферментного препарата на 1 г сырья. Проведена контрольная выпечка овсяного печенья с частичной заменой овсяных хлопьев модифицированной пивной дробинкой.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Благотворительного фонда Потанина.

## ***Библиографический список***

1. Buil-Cosiales P. Fiber intake and all-cause mortality in the Prevencion con Dieta Mediterranea (PREDIMED) study / P. Buil-Cosiales [et al.] // American Journal of Clinical Nutrition. – 2014. – Vol. 100, 1. 6. – P. 1498–1507.
2. Papathanasopoulos A. Dietary Fiber Supplements: Effects in Obesity and Metabolic Syndrome and Relationship to Gastrointestinal Functions / A. Papathanasopoulos, M. Camilleri // Gastroenterology. – 2010. – Vol. 138, I. 1. – P. 65–72.
3. Препараты ферментные. Методы определения ферментативной активности  $\beta$ -глюконазы : ГОСТ Р 54905–2912. – Москва : Стандартинформ, 2013. – 15 с.